

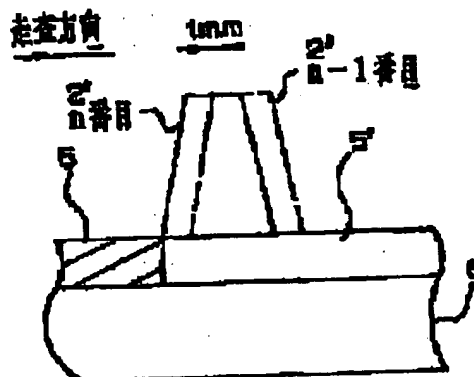
## MANUFACTURE OF POLYCRYSTALLINE SEMICONDUCTOR FILM

Patent number: JP8051074  
Publication date: 1996-02-20  
Inventor: KUWABARA TAKASHI  
Applicant: SANYO ELECTRIC CO LTD  
Classification:  
- international: H01L21/20; H01L21/268; H01L27/12; H01L29/786;  
H01L21/336  
- european:  
Application number: JP19940185661 19940808  
Priority number(s):

### Abstract of JP8051074

**PURPOSE:** To restrain a region which is not enough in crystal uniformity from increasing in a polycrystalline semiconductor film by a method wherein the semiconductor film is irradiated with a sheet-like pulsed laser beam which has two different energy intensity distributions, one is high enough in intensity for crystallization at its center along a major axis and the other is not enough in intensity for crystallization along a minor axis.

**CONSTITUTION:** A sheet-like beam which has two different energy intensity distributions, one is high enough in intensity for crystallization through all area or at its center along a major axis and the other is like a trapezoid along its minor axis. That is, the energy distribution along the minor axis is lower than a certain energy distribution required for crystallization and another energy level required for crystallizing a preceding region in a beam scanning direction and increases gradually in intensity. By this setup, a region which is not enough in crystal uniformity can be restrained from increasing in a polycrystalline semiconductor film.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

[...]

[0009]

Figs. 1 and 2 are a perspective view and a side view, respectively, showing an optical system of a laser irradiation apparatus for implementing a method of manufacturing a polycrystalline semiconductor film of the present invention. In forward direction of an optical path of a pulse laser beam (e.g., excimer laser beam) 2 from a laser beam source 1, a total reflection mirror 3 is disposed such that it is tilted at substantially 45° with respect to the beam direction. The beam 2 is reflected by the mirror 3 and enters a beam forming optical system 4.

[0010]

The beam forming optical system 4 is configured to have two curved surface column lenses, for example, and processes the beam 2 into a sheet-shape beam 2' having a predetermined width, which is then applied toward an amorphous silicon film 5 formed on a glass substrate 6.

[0011]

The above-described sheet-shape beam has, in the long axis direction, a fixed energy intensity distribution necessary for crystallization in the whole region or in the center portion, as shown in Fig. 3(a) or (b), and has, in the short axis direction, a trapezoidal shape distribution as shown in Fig. 4(a) or (b). More specifically, in the short-axis direction are formed a fixed energy intensity distribution portion necessary for crystallization and, in the region preceding with respect to the beam scanning direction, an energy intensity distribution portion which is lower than the energy necessary for crystallization and in which the intensity is gradually increased. The trapezoidal shape energy intensity distribution can also be obtained by causing diffraction by displacing the beam focus

direction or removing a slit used for obtaining a rectangular distribution.

[0012]

The mirror 3 and the beam forming optical system 4 are configured such that they integrally move together in the beam scanning direction (in the direction shown by an arrow, which corresponds to the short axis direction) with their mutual positional relationship being maintained and such that beam scanning is performed by a feed pitch which allows overlap of regions to be crystallized in the short axis direction.

[0013]

Fig. 5 is a schematic view showing the state of beam scanning. For example, it is assumed that the width of a uniform portion (a flat portion) of the beam energy in the short axis direction is about 1 mm, the width of the portion in which the energy is gradually increased is about 0.5 mm, and an interval between the (n-1)th beam scanning and the n-th beam scanning is about 0.5 mm. Accordingly, in this example, the entire region to be irradiated with the uniform energy (crystallization energy) by the n-th beam scanning was previously subjected to irradiation of the gradually increasing energy by the (n-1)th beam scanning. It should be noted that this is merely an example and that the present invention is not limited to the beam width, the scanning pitch, or the like, described above, and in another example, the beam scanning pitch may be smaller than the width of the slant portion.

[0014]

When beam scanning was performed with the setting of the peak energy density of laser to 200~500 mJ/cm<sup>2</sup>, the substrate temperature to room temperature to 400 °C, the film thickness of the amorphous silicon film 5 to 50nm, and the beam width and the pitch as described above, a polycrystalline silicon film 5' having the maximum crystal grain size of about 500 nm could be obtained.

[0015]

As described above, according to the present invention,

due to the use of the sheet-shape beam 2', it is possible to drastically reduce the overlapping portions of the beam scanning so that increase of the region having insufficient uniformity of crystal can be suppressed to thereby increase the crystal quality, compared to when a laser beam whose spot shape is processed to have a square or rectangular shape. Further the pulse laser beam having a sheet shape also allows decrease of the number of scanning, thereby achieving reduction in the time required for the crystallization process. In particular, by making the width of the sheet-shape beam 2 slightly greater than the width of the substrate, it is possible to achieve crystallization of the whole amorphous silicon film 5 on the substrate 6 by one time beam scanning.

[0016]

In addition, because, in the short axis direction, the laser beam has a fixed energy intensity distribution necessary for crystallization and has, in the preceding region with respect to the beam scanning direction, an energy intensity distribution portion which is lower than the energy necessary for crystallization and in which the intensity is gradually increased, it is possible to prevent occurrence of a portion where the nature varies drastically between the amorphous semiconductor film and the polycrystallized semiconductor film, so that uniformity of crystallinity of a polycrystalline semiconductor film can be increased to thereby further improve the crystal quality. Alternatively, because degassing from the amorphous semiconductor film is performed with an energy which is lower than the crystallization energy in the portion in which the intensity is gradually increased, it is possible to prevent film removal or the like, allowing further improvement of the crystal quality.

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-51074

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

技術表示箇所

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

H 0 1 L 21/20  
21/268  
27/12  
29/786

識別記号

片内整理番号

F I

Z  
R

9056-4M

H 0 1 L 29/78

6 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全4頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平8-185661

(22) 出願日

平成6年(1994)8月8日

(71) 出願人

000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者

桑原 隆

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人

井理士 鳥居 洋

(54) 【発明の名称】 多結晶半導体膜の製造方法

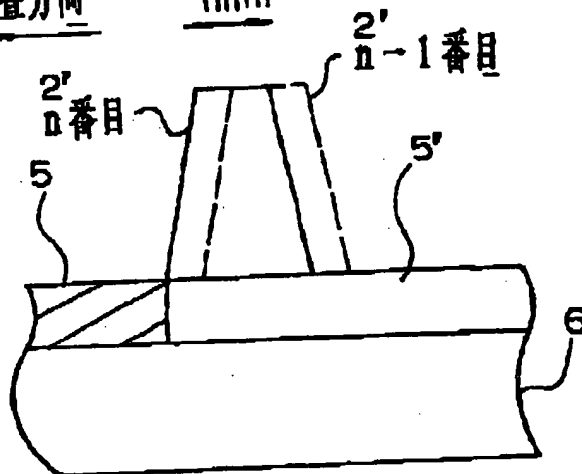
(57) 【要約】

【目的】 結晶品質の向上と結晶化プロセスの時間短縮化を図ることができる多結晶半導体膜の製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 非晶質シリコン膜5にパルスレーザビームを照射して非晶質シリコン膜5を熔融・固化させることにより、多結晶シリコン膜5'を製造する方法において、長軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布を持ち、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さくて徐々に強度が変化するエネルギー強度分布部分を持つシート状のパルスレーザビーム2'を非晶質シリコン膜5に照射し、少なくとも短軸方向に結晶化する領域が重複し得る送りピッチで走査する。

走査方向

1mm



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非晶質半導体膜にパルスレーザビームを照射して非晶質半導体膜を溶融・固化させることにより、多結晶半導体膜を製造する方法において、長軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布を少なくとも中央部に持ち、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さいエネルギー強度分布部分を持つシート状のパルスレーザビームを非晶質半導体膜に照射し、少なくとも短軸方向に結晶化する領域が重複し得る送りピッチで走査することを特徴とする多結晶半導体膜の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多結晶半導体膜の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、高画質・高精細の液晶表示装置を実現すべく、その画素或いは周辺回路の駆動デバイスである薄膜トランジスタの種々の高性能化技術が開発されている。例えば、デバイス特性を左右する活性層材料の高品質化技術として、非晶質シリコン膜を出発材料とし、エキシマレーザアニール法によって薄膜多結晶シリコン膜を形成する技術が開発されている。

【0003】 従来のエキシマレーザアニール法では、ホモジナイザーなどの光学系を用い、レーザビームのエネルギープロファイルを矩形状に加工する。そして、図6に示すように、大面積基板10に対してレーザアニールを行う場合には、レーザビーム11を走査し、この際、図7(a)にも示すように、レーザビーム11のスポット形状を正方形又は長方形に加工し、半導体薄膜の結晶の均一化を図るために、ビーム走査方向に重複部12...を形成しつつビームを走査するとともに、次のビーム走査においては、同図(b)に示すように、既結晶化領域に対しても重複部13...を形成しつつ上記と同様にビーム走査方向に重複部12...を形成するようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記ビーム走査の重複部では結晶の均一化は完全でなく、このビーム走査の重複部が多くなればそれだけ結晶均一性が不十分な領域が増えることになり、薄膜トランジスタ等の高性能化が図れない。また、ビーム走査を何度も繰り返して行うため、結晶化プロセスに時間がかかるという欠点がある。更に、レーザビームのプロファイルが矩形状であることによっても結晶品質の向上が図れないという欠点もある。

【0005】 本発明は、上記の事情に鑑み、結晶品質の向上と結晶化プロセスの時間短縮化を図ることができる多結晶半導体膜の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の多結晶半導体膜の製造方法は、上記の課題を解決するために、非晶質半導体膜にパルスレーザビームを照射して非晶質半導体膜を溶融・固化させることにより、多結晶半導体膜を製造する方法において、長軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布を少なくとも中央部に持ち、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さいエネルギー強度分布部分を持つシート状のパルスレーザビームを非晶質半導体膜に照射し、少なくとも短軸方向に結晶化する領域が重複し得る送りピッチで走査することを特徴とする。

## 【0007】

【作用】 上記の構成によれば、シート状ビームを用いるので、スポット形状が正方形又は長方形に加工されたレーザビームを用いる場合に比べ、ビーム走査の重複部を格段に少なくすることができ、結晶均一性が不十分な領域の増加を抑えて結晶品質を向上させることができる。また、パルスレーザビームがシート状であることにより、走査回数を少なくすることができ、結晶化プロセスの時間短縮を図ることができる。更に、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さいエネルギー強度分布部分を持つので、非晶質半導体膜と多結晶化した半導体膜との間で急激に性質が変化する部分が発生するのを回避し、多結晶半導体膜の結晶性の均一化を高めて結晶品質をより向上させることができる。或いは、上記結晶化エネルギー強度よりも低いエネルギー強度によって非晶質半導体膜からの脱ガス処理が行われることになり、膜剥離等を回避して結晶品質のより一層の向上を図ることができる。

## 【0008】

【実施例】 以下、本発明をその実施例を示す図に基づいて説明する。

【0009】 図1は、本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系を示した斜視図であり、図2はその側面図である。レーザ光源1からのパルスレーザビーム(例えばエキシマレーザビーム)2の進行方向光路上には、全反射ミラー8がビーム方向に対して略45°傾けて配置されている。ミラー3にて反射されたビーム2は、ビーム整形光学系4に入射される。

【0010】 ビーム整形光学系4は、例えば二つの曲面円柱レンズを備えて構成され、ビーム2を所定幅のシート状ビーム2'に加工し、これをガラス基板6上に形成した非晶質シリコン膜6に向けて照射する。

【0011】 上記シート状ビームは、図3(a)或いは(b)に示すように、長軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布を全域において或いは中央部に持ち、短軸方向には、図4(a)又は(b)に示すような

台形状の分布を持つ。即ち、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さくて徐々に強度が大きくなるエネルギー強度分布部分が形成されている。この台形状のエネルギー強度分布は、ビーム焦点位置をずらしたり、矩形状の分布を得るためのスリットを取り払うなどして回折を起こさせることにより得ることもできる。

【0012】上記ミラー3及びビーム整形光学系4は、相互の位置関係保持した状態でビーム走査方向（短軸方向に一致し図中矢印にて示す方向）に一体的に移動するように構成されるとともに、短軸方向に結晶化する領域が重複し得る送りピッチでビーム走査が行われるようになっている。

【0013】図5は、ビーム走査の様子を表した模式図である。例えば、短軸方向のビームエネルギーの均一部分（平坦部分）の幅を約1mm、エネルギーが徐々に大きくなる部分（傾斜部分）の幅を約0.5mm、 $n-1$ 番目のビーム走査と $n$ 番目のビーム走査の間隔を約0.5mmとしている。従って、この例では、 $n$ 番目のビーム走査で均一のエネルギー（結晶化エネルギー）が照射される領域は全て、事前に $n-1$ 番目のビーム走査でエネルギーが徐々に大きくなる部分の照射を既に受けた領域となる。なお、これは例示であり、当該ビーム幅や走査ピッチ等に限定されず、他の例として、ビーム走査ピッチを傾斜部分の幅よりも短くするようにしてもよい。

【0014】ここで、レーザのピークエネルギー密度を $200 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ 、基板温度を室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ 、非晶質シリコン膜5の膜厚を50nmとし、図5に示したビーム幅やピッチを設定してビーム走査を行った場合には、最大結晶粒径が約500nmの多結晶シリコン膜5'を得ることができた。

【0015】以上のように、本発明では、シート状ビーム2'を用いるから、スポット形状が正方形又は長方形に加工されたレーザビームを用いる場合に比べ、ビーム走査の重複部を格段に少なくすることができ、結晶均一性が不十分な領域の増加を抑えて結晶品質を向上させることができる。また、パルスレーザビームがシート状であることにより、走査回数を少なくすることができ、結晶化プロセスの時間短縮を図ることができる。特に、シート状ビーム2'の幅を基板6の幅よりも幾分広くしておくことにより、1回のビーム走査で基板6上の非晶質シリコン膜5を全て結晶化させることができる。

【0016】また、短軸方向には結晶化に必要な一定のエネルギー強度分布部分及びビーム走査方向に対して先行する領域に前記結晶化に必要なエネルギーよりも小さいエネルギー強度分布部分を持つので、非晶質半導体膜と多結晶化した半導体膜との間で急激に性質が変化する部分が発生するのを回避し、多結晶半導体膜の結晶性の均一化を高めて結晶品質をより向上させることができる。或いは、上記エネルギーが徐々に大きくなる部分における結晶化エネルギーよりも低いエネルギーにて非晶質半導体膜からの脱ガス処理が行われることになり、膜剥離等を回避して結晶品質のより一層の向上を図ることができる。

【0017】

【発明の効果】このように、本発明によれば、シート状ビームを走査することによって結晶均一性が不十分な領域の増加を抑えて結晶品質を向上させることができるとともに、走査回数を少なくして結晶化プロセスの時間短縮を図ることができる。また、短軸方向には結晶化に必要なエネルギーよりも小さいエネルギー強度分布部分を持つので、結晶品質をより向上させることができるとい

う効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系を示す斜視図である。

【図2】図1の側面図である。

【図3】本発明のシート状ビームにおける長軸方向のエネルギープロファイルを示す説明図である。

【図4】本発明のシート状ビームにおける短軸方向のエネルギープロファイルを示す説明図である。

【図5】本発明のビーム走査の様子を表した模式図である。

【図6】従来のエキシマレーザアニール法による多結晶半導体膜の製造方法を示す説明図である。

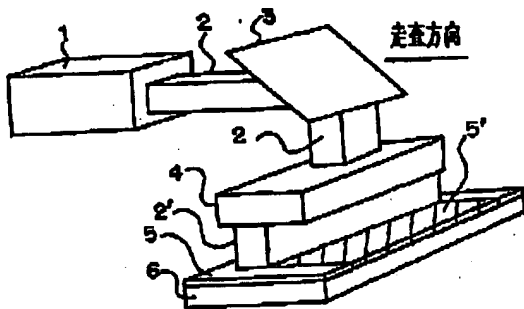
【図7】従来のエキシマレーザアニール法において重複部が形成される様子を示した説明図である。

【符号の説明】

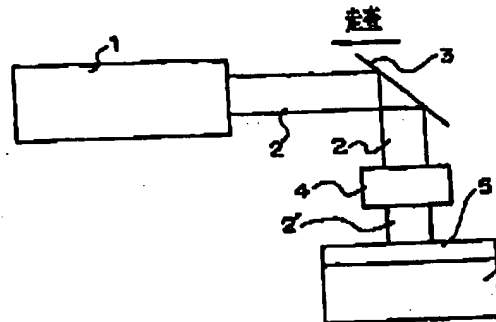
- 1 レーザ光源
- 2 パルスレーザビーム
- 2' シート状ビーム
- 3 ミラー
- 4 ビーム整形光学系
- 5 非晶質シリコン膜
- 5' 多結晶シリコン膜

(4)

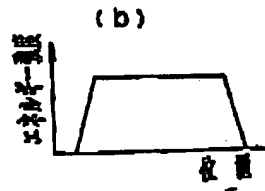
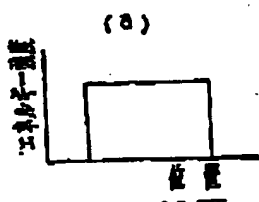
【図1】



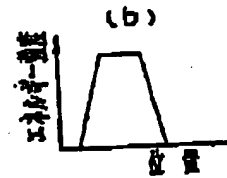
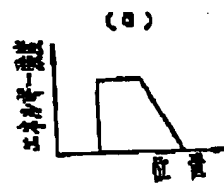
【図2】



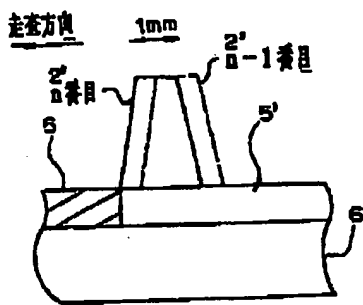
【図3】



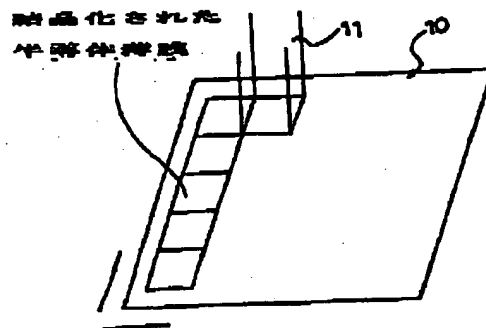
【図4】



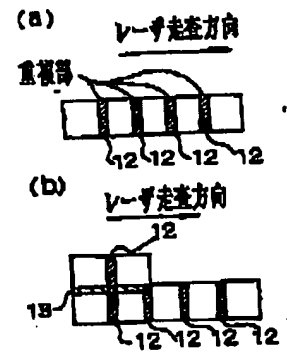
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/336

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**